

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*) NO PROCESSO DE PROJETO, COM FOCO EM COMPATIBILIZAÇÃO

Bruna Ferreira Menegaro (1); Ângela Costa Piccinini (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)bruna_menegaro@hotmail.com, (2)acp@unesc.net

RESUMO

Com o avanço da complexidade dos projetos, a metodologia tradicional de projeto, a qual se baseia em documentos 2D independentes, passa a não mais suprir de forma eficiente esta demanda. As incompatibilidades aumentam com a falta de integração entre os projetos e projetistas. Estas incompatibilidades geram atrasos, retrabalhos e surgimento de custos além do previsto. Este trabalho tem como objetivo a aplicação dos conceitos da metodologia Building Information Modeling (BIM), simulando a elaboração dos projetos de forma integrada, em uma ferramenta de plataforma BIM para modelagem, visando encontrar as incompatibilidades de projeto durante o processo e registrando-as. O trabalho propõe um fluxograma de processo de projeto simplificado baseado no conceito da metodologia de processo de projeto BIM e estudos de autores. Para a simulação da criação dos projetos, utilizou-se o projeto arquitetônico e complementares já finalizados em CAD 2D, de um edifício residencial, composto de oito blocos, disponibilizados por uma construtora de Criciúma/SC. Para a modelagem dos projetos foi adotado o *software* BIM Autodesk Revit versão 2017. Durante a modelagem, detectou-se, visualmente, 11 incompatibilidades. No relatório de incompatibilidades, através do programa Autodesk Navisworks, com o uso da ferramenta *clash detection*, foram encontradas 1102 incompatibilidades por bloco. Percebeu-se que, no ato da modelagem, as incompatibilidades passam despercebidas pelo projetista e a verificação *clash detection* traz todas as incompatibilidades existentes nos projetos. Concluiu-se então que a metodologia é eficaz para prever incompatibilidades antecipadamente, evitando que incompatibilidades, que não são detectadas até mesmo no ato da modelagem, possam chegar até a obra.

Palavras-chave: compatibilização, Metodologia Building Information Modeling (BIM), projetos, integração.

1. INTRODUÇÃO

A falta de integração entre os projetos e projetistas, surge o aumento de incompatibilidades entre os projetos. Estas incompatibilidades acabam acarretando atrasos, retrabalhos e surgimento de custos além do previsto. Os projetos passaram a ter uma complexidade maior, com isso, o método tradicional de processo de projeto, baseado em documentos 2D independentes, começou a perder forças em sua eficiência para atender a demanda destes projetos mais complexos.

Mesmo utilizando práticas otimizadas com procedimentos e definição de padrões adotados pelos envolvidos no projeto, foi possível perceber algumas ineficiências nos sistemas 2D CAD. Tais ineficiências acabam gerando pressões para atender os prazos, duplicidade de informações, excesso de produção, retrabalho, tarefas paralelas, perda de confiabilidade da informação e do planejamento, falta de um processo de projeto rigoroso, perda de eficiência do projeto, falhas de gestão e comunicação. (ARAYICI, 2011 apud PAPADOPOULOS, 2014, p.15).

A metodologia Building Information Modeling (Bim) permite a integração entre os projetos na sua elaboração utilizando-se do ambiente tridimensional, para corrigir incompatibilidades desde a sua concepção. A metodologia permite também uma melhor visibilidade dos projetos, tornando mais facilitado o entendimento destes. De acordo com Monteiro (2012), a metodologia tridimensional de projeto é mais completa e minimiza erros e tempo de projeto.

O processo atual de compatibilização nacional atravessa uma fase de inovação, passando de uma metodologia bidimensional para uma tridimensional mais completa. Esse processo é dificultado muitas vezes pelo desconhecimento dos profissionais, que se sentem mais confortáveis utilizando um método já conhecido e amplamente dominado pelos projetistas. Contudo, a utilização da tecnologia de informação pode verificar interferências com mais precisão e facilidade que os métodos tradicionais de desenho 2D. Como é utilizado um banco de dados central da modelagem do edifício, este é utilizado por todas as disciplinas, minimizando erros e consequente tempo de projeto, além de que os desenhos em 3D são bem mais claros (MONTEIRO, 2012 apud COSTA, 2013, p. 15).

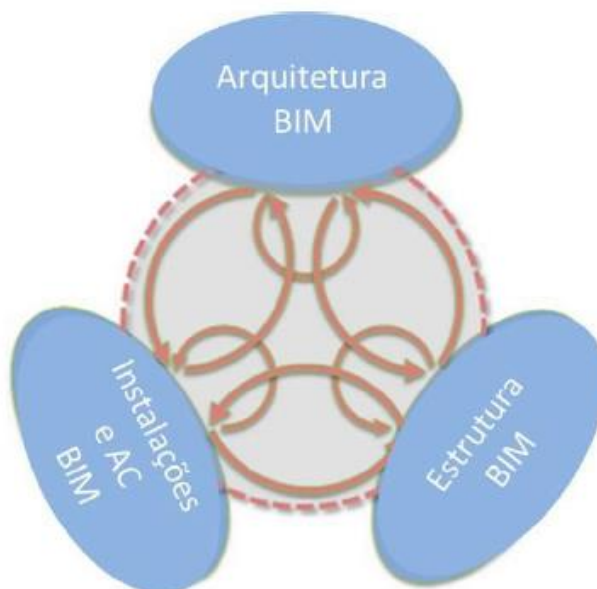
De acordo com Callegari (2007), a atividade de compatibilização tem grande influência na eficiência do projeto, ela compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar os projetos, minimizando conflitos, simplificando a execução, reduzindo tempo e mão de obra. A integração entre os projetos é inviável em um ambiente 2D CAD, porém é possível com a utilização da tecnologia BIM ou Modelagem da Informação da Construção (MIC). A metodologia Bim é uma metodologia que visa integrar, os projetos e projetistas, contribuindo por fim na redução de custos gerados nas obras. A metodologia se aplica a cada etapa do empreendimento, contribuindo de diversas formas para tornar mais eficaz o desenvolvimento de suas etapas.

A tecnologia BIM facilita o trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto. Apesar de a colaboração usando desenhos também ser possível, ela é inerentemente mais difícil e mais demorada do que trabalhar com um ou mais modelos 3D coordenados nos quais o controle de modificações possa ser bem gerenciado. Isso abrevia o tempo de projeto e reduz significativamente os erros de projeto e as omissões. (EASTMAN, 2008, p. 19).

O processo de projeto da metodologia BIM é um ciclo que interliga os modelos individuais, conforme representa a Figura 1. É através deste processo que são encontrados e percebidos problemas para uma solução antecipada.

Durante o processo de projeto, a informação é filtrada, idealizada e transformada em ciclos sucessivos de interações, em que os modelos individuais são mesclados, interferências detectadas, novas informações agregadas e novos problemas percebidos. (MANZIONE, 2013, p.130)

Figura 1: Coordenação entre disciplinas



Fonte: MANZIONE, 2013 apud building SMART, 2012

Os ciclos de interação do processo de projeto contribuem para que o modelo gerado da disciplina seja aperfeiçoado e compatibilizado.

[...] novas informações são adicionadas por motivos de análises. Um engenheiro de estrutura analisa um edifício e cria seu próprio modelo a partir das interações com os demais modelos. (MANZIONE, 2013, p.111)

Em *softwares* de plataforma BIM, existe uma ferramenta que possibilita a união dos projetos depois de concluídos, que detecta as incompatibilidades entre eles e gera um relatório destas. É usado o termo *Clash Detection* para dar nome ao processo de detectar estas incompatibilidades. No ato da modelagem podem ocorrer incompatibilidades não percebidas pelo projetista, porém estas são detectadas pela ferramenta *clash*, que permite uma verificação mais completa com relação as interferências, sem que uma passe despercebida pelo projetista.

[...] a compatibilização como um processo colaborativo, preservando a responsabilidade individual de cada um dos agentes, gerando projetos com dados consistentes e que possam ser compartilhados, com soluções integradas e sem interferências geométricas, de forma a garantir a construtibilidade do edifício. No universo BIM esses processos são bastante facilitados, graças às ferramentas tecnológicas disponibilizadas. Em BIM, esses conceitos são tratados através de um processo denominado *clash detection* ou “detecção de interferências”. (MANZIONE, 2013, p.114)

O uso do modelo federado permite compatibilização e integração das disciplinas durante o processo de projeto em BIM e não somente ao término dos projetos como a ferramenta *clash*. Bentley (2003 apud MANZIONE, 2013) define modelo federado

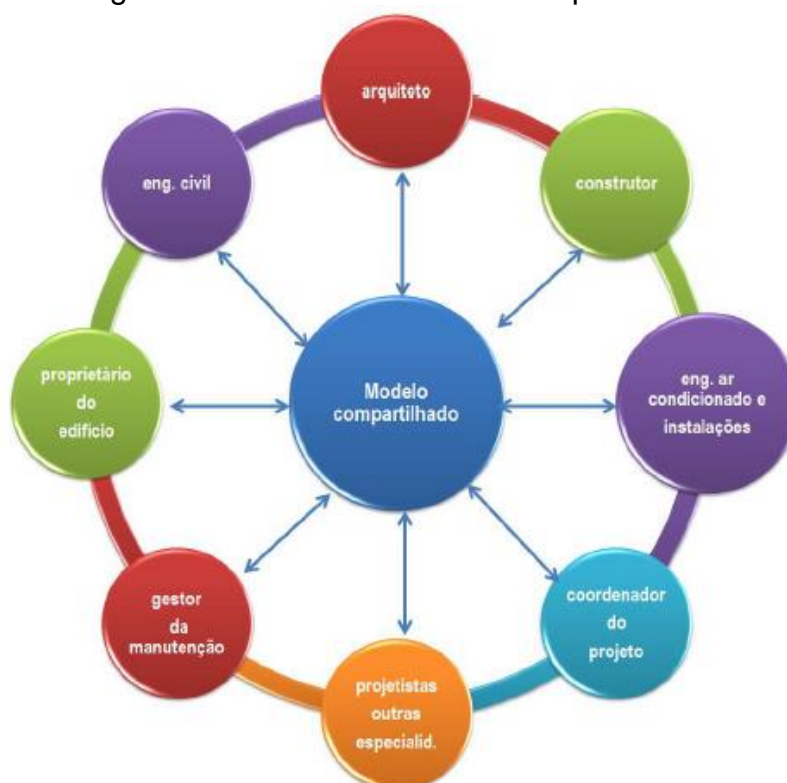
como um banco de dados único em termos de sua lógica, mas distribuído e sincronizado em muitas partes.

O modelo federado caracteriza-se por ser um sistema que permite aos usuários trabalhar com os dados e formatos da forma que entendem mais produtiva, permitindo também um controle central para gerenciar a conectividade e as grandes transações. (MANZIONE, 2013, p.114)

No processo colaborativo, os projetos são interligados a um modelo principal, assim como é feito no modelo federado. Ao alterar um dos projetos, automaticamente este projeto também será alterado no modelo principal, facilitando a comunicação entre os projetistas, que podem acompanhar mais facilmente estas alterações.

Porém, como um projeto é um processo colaborativo, cada disciplina precisa ser apoiada por um modelo referencial contendo as informações das outras disciplinas e que possa ser compartilhado por todos os agentes. Uma forma conceitual aparentemente simples de tratar com as vistas específicas é trata-las como submodelos de um modelo referencial compartilhado. Por esse conceito, o modelo compartilhado contém informações a partir da união de cada um dos modelos individuais. (MANZIONE, 2013, p.81)

Figura 2: Conceito de modelo compartilhado



Fonte: MANZIONE, 2013 apud Nederveen, Beheshti e Gielingh, 2010

O objetivo do presente trabalho é a aplicação dos conceitos da metodologia BIM, simulando a elaboração dos projetos de forma integrada, em uma ferramenta de plataforma BIM para modelagem, visando encontrar as incompatibilidades de projeto durante o processo, registrando-as e, ao final gerar o relatório de incompatibilidades com o uso da ferramenta *clash detection*. Além deste, o trabalho propõe um

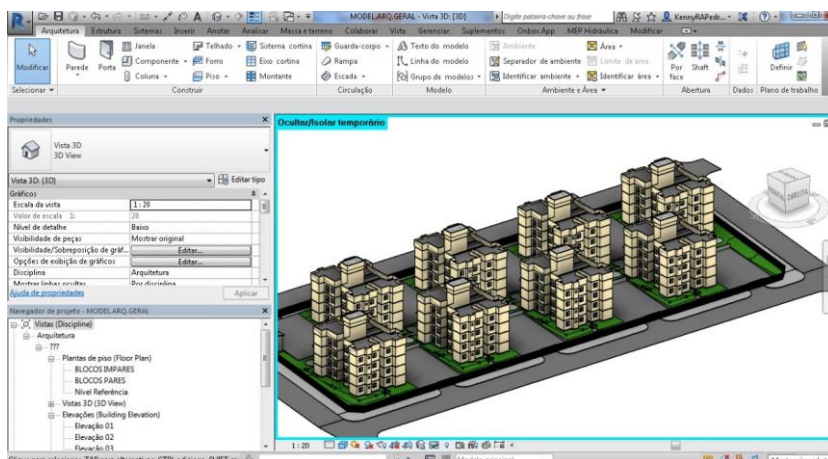
fluxograma de processo de projeto simplificado, baseando-se nos conceitos BIM. Os projetos foram previamente elaborados por outros projetistas pelo método tradicional CAD 2D, sendo o edifício em estudo, residencial, composto de oito blocos e localizado na cidade de Criciúma/SC. Para tanto será necessário: a) identificar e estudar a metodologia de processo de projeto proposta pela metodologia BIM, que elimine as incompatibilidades do projeto; b) elaborar o fluxograma de processo de projeto para modelagem; c) estudar a modelagem dos projetos no *software* de plataforma BIM escolhido; d) simular um processo de projeto seguindo o fluxograma proposto, utilizando projetos em CAD 2D; e) encontrar e registrar as incompatibilidades ao longo da modelagem, simulando a elaboração de projeto pelo projetista; f) geração do relatório completo de incompatibilidades encontradas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM PARA MODELAGEM – AUTODESK REVIT

Para a modelagem dos projetos foi adotado o software BIM Autodesk Revit versão 2017, este é um dos *softwares* mais conhecidos da metodologia BIM. O fator determinante para a escolha deste *software* é que ele disponibiliza licença gratuita para uso acadêmico. Além disso, ele é de fácil entendimento e possui uma funcionalidade organizada. Suas ferramentas permitem projetar, construir e gerenciar empreendimentos. O *software* Autodesk Revit foi utilizado logo no início do trabalho para fazer a modelagem dos projetos que estavam no programa CAD 2D. O programa permite a modelagem de cada componente e também possibilita que sejam adicionadas informações sobre estes, para visualizar as informações dos componentes, basta clicar sobre o mesmo e será aberto um painel de controle que mostrará todos os detalhes que foram registrados sobre o componente. Essas anotações são utilizadas para registrar informações que podem ser necessárias e facilitar o entendimento do projeto, como a espessura e material do componente. A figura 3 representa a interface do programa Revit.

Figura 3 – Interface do programa Revit

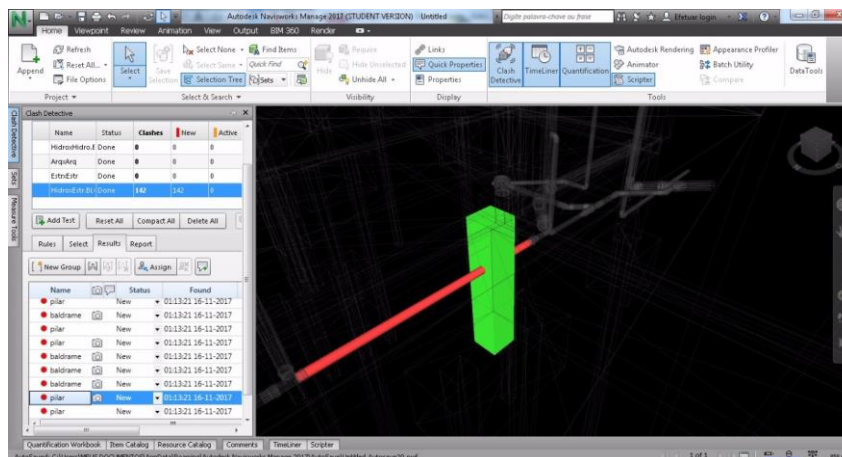


Fonte: Autora

2.2. SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM PARA ASSOCIAÇÃO DOS PROJETOS – AUTODESK NAVISWORKS

O Autodesk Navisworks traz análises de interferências profundas e é capaz de identificar outros tipos de interferências que possam passar despercebidas. O desenvolvedor também disponibiliza licença gratuita para uso acadêmico, neste trabalho foi usado a versão 2017 do programa. O objetivo da utilização deste *software* é a associação dos projetos e geração do relatório de interferências entre as diferentes disciplinas. É através do *software* Autodesk Navisworks que será feito o processo *clash detection* ao final do trabalho, para certificação que nenhuma incompatibilidade tenha passado despercebida. A Figura 4 representa uma incompatibilidade encontrada através da ferramenta *clash detection*.

Figura 4 – Incompatibilidade encontrada no processo clash



Fonte: Autora

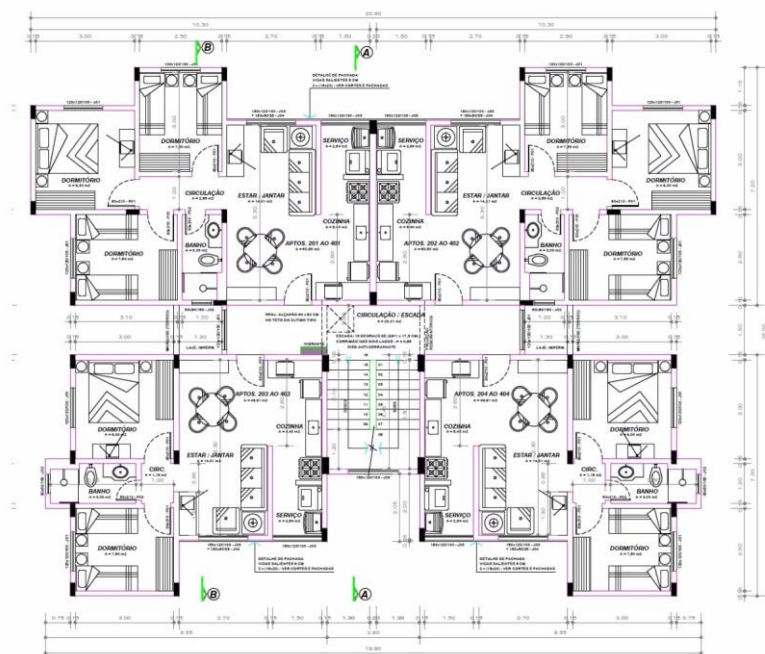
2.3. PROJETOS UTILIZADOS – CARACTERIZAÇÃO

Para a simulação da criação dos projetos, utilizando a metodologia de processo de projeto BIM, foram utilizados projetos já finalizados em CAD 2D, disponibilizados por uma construtora de Criciúma/SC. Foram usados os projetos: arquitetônico, estrutural, hidro sanitário, elétrico. Os projetos foram fornecidos em formato *dwg* oriundos do *software* de desenho 2D Autodesk Autocad.

2.3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O empreendimento possui área total de 8.225,44 m², distribuídos em oito blocos. Cada bloco possui um pavimento térreo e três pavimentos tipo, sendo quatro apartamentos por pavimento. A planta arquitetônica dos pavimentos é dividida em dois apartamentos com dois quartos e dois apartamentos com três quartos. Totalizando dezesseis apartamentos por bloco. O projeto conta com uma vaga de garagem descoberta para cada apartamento, estando dividido em oito estacionamentos, um para cada bloco. Como área de lazer o empreendimento possui um quiosque localizado aos fundos de cada bloco, totalizando oito quiosques.

Figura 5 – Planta do pavimento tipo



Fonte: Projeto arquitetônico fornecido

2.3.2 PROJETO ESTRUTURAL

O projeto estrutural da edificação foi elaborado em alvenaria estrutural, com laje de vigotas pré-moldadas treliçadas.

2.3.3 PROJETO HIDRO SANITÁRIO

No projeto hidro sanitário foi adotado dois reservatórios superiores de 7000 litros para cada bloco, e três reservatórios inferiores de 20000 litros para todo o empreendimento.

2.3.4 PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico foi elaborado contando com oito quadros medidores, sendo um quadro medidor para cada bloco.

2.4 FLUXO DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1. Estudo dos projetos em CAD 2D do empreendimento em análise;
2. Estudo e aprendizado da execução da modelagem dos projetos CAD 2D no *software* de plataforma BIM Autodesk Revit;
3. Criação de um fluxograma para aplicação da metodologia BIM, com base no processo de projeto BIM;
4. Modelagem dos projetos seguindo o fluxograma proposto utilizando o *software* Autodesk Revit;
5. Registro das incompatibilidades encontradas ao longo da modelagem;
6. Importação do modelo federado do Revit para o Navisworks e realização do processo de *clash detection*;
7. Geração do relatório completo de incompatibilidades encontradas.

Visto que a metodologia de processo de projeto BIM é apresentada na literatura revisada de forma conceitual, não apresentando a solução prática, foi proposto um fluxograma de atividades baseado no conceito da metodologia de processo de projeto BIM e estudos de autores, conforme citado no item 3 da seção 2.4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

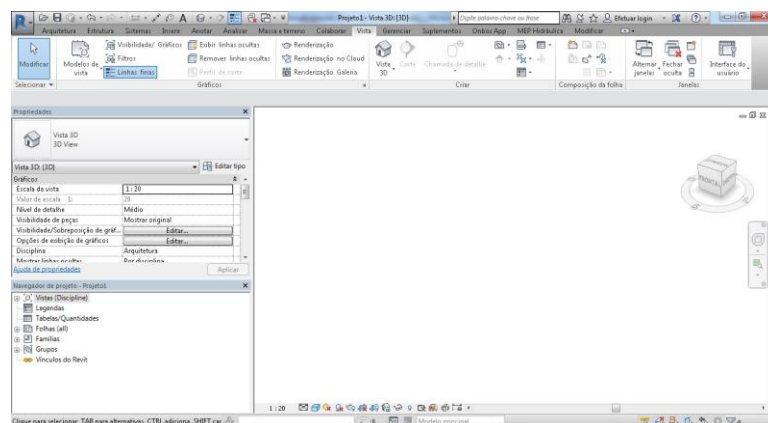
3.1 FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES PROPOSTO COM BASE NO CONCEITO DA METODOLOGIA BIM

Após pesquisas feitas pela autora, constatou-se a necessidade de propor um fluxograma de atividades. O fluxograma dos trabalhos teve o seguinte sequenciamento de atividades proposto, detalhado abaixo:

1. Criação do arquivo do Modelo Federado conforme figura 6;
2. Modelagem do Projeto Arquitetônico
 - 1.2.1. Criação do arquivo do modelo arquitetônico no Revit;
 - 1.2.2. Inserção das plantas do CAD 2D arquitetônicas no Revit;
 - 1.2.3. Modelagem do projeto arquitetônico a partir das plantas CAD 2D;
 - 1.2.4. Inserção do modelo arquitetônico no modelo federado como vínculo conforme figura 7;
3. Modelagem do Projeto Hidro sanitário;
 - 1.3.1. Criação do arquivo do modelo de hidráulico no Revit;
 - 1.3.2. Inserção das plantas CAD 2D hidráulicas no Revit;
 - 1.3.3. Inserção do modelo federado como vínculo no arquivo do modelo hidráulico;
 - 1.3.4. Modelagem do projeto hidráulico a partir das plantas CAD 2D referenciado com o modelo federado a fim de encontrar incompatibilidades e registra-las, conforme figura 8;
 - 1.3.5. Inserção do modelo hidráulico no arquivo do modelo federado como vínculo conforme figura 9, incluso junto com o modelo arquitetônico também vinculado anteriormente;
4. Realização da 1ª verificação de interferências no modelo federado utilizando a ferramenta clash detection;

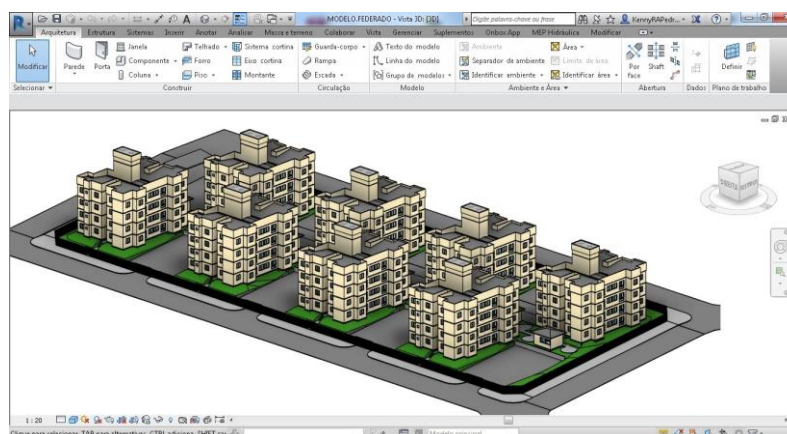
Para as demais disciplinas, foi adotado o mesmo fluxograma do item 3 e 4. Sendo todos projetos vinculados ao modelo federado, conforme disposto na literatura (figura 10, figura 11, figura 12, figura 13 e figura 14).

Figura 6 – Arquivo do modelo federado inicial



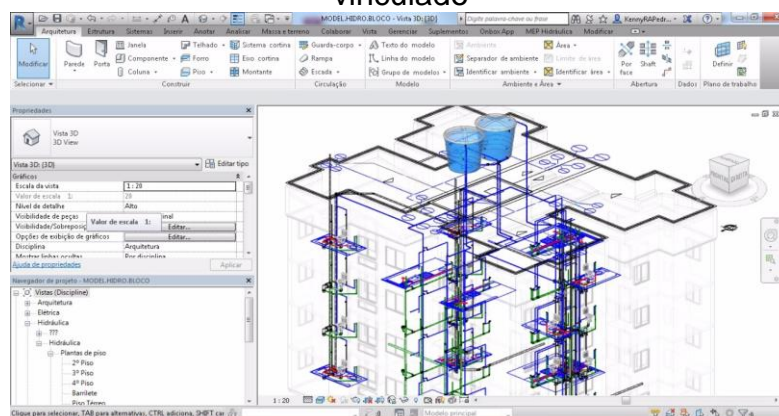
Fonte: Autora

Figura 7 – Modelo arquitetônico vinculado dentro do arquivo do modelo federado



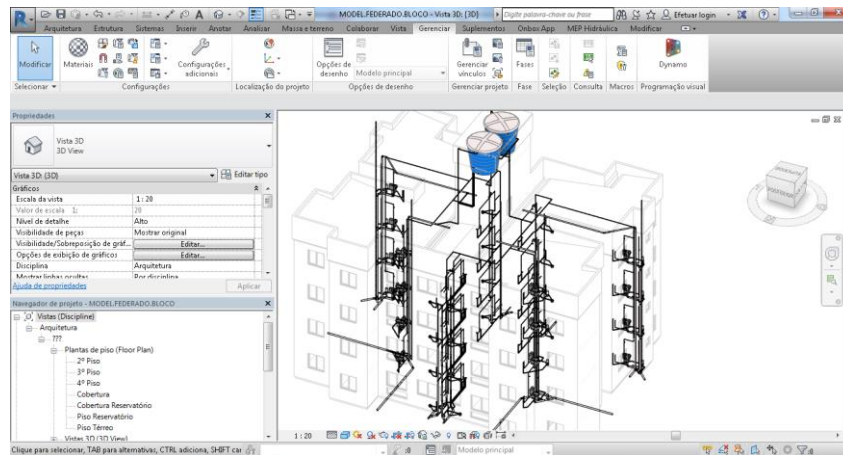
Fonte: Autora

Figura 8 – Processo de Modelagem do projeto hidráulico com o modelo federado vinculado



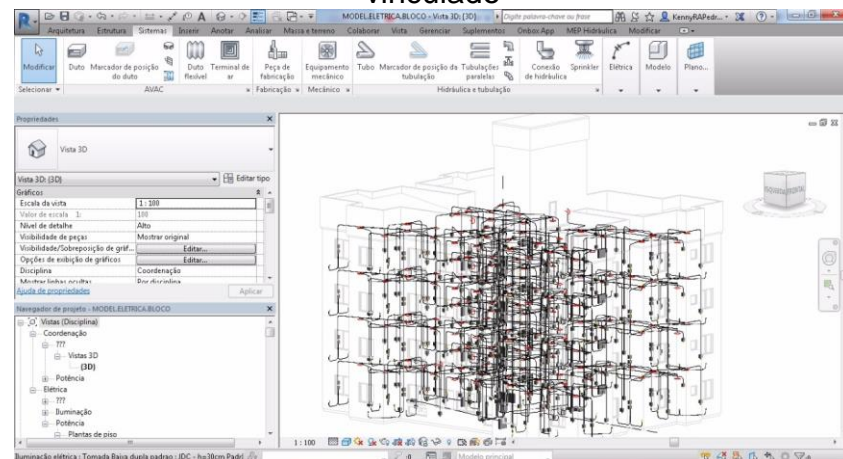
Fonte: Autora

Figura 9 – Modelo hidro sanitário vinculado no arquivo do modelo federado



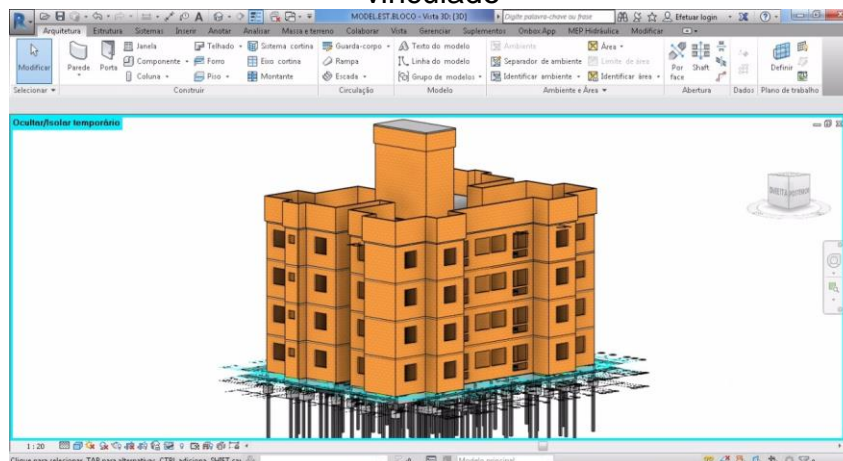
Fonte: Autora

Figura 10 – Processo de Modelagem do projeto elétrico com o modelo federado vinculado



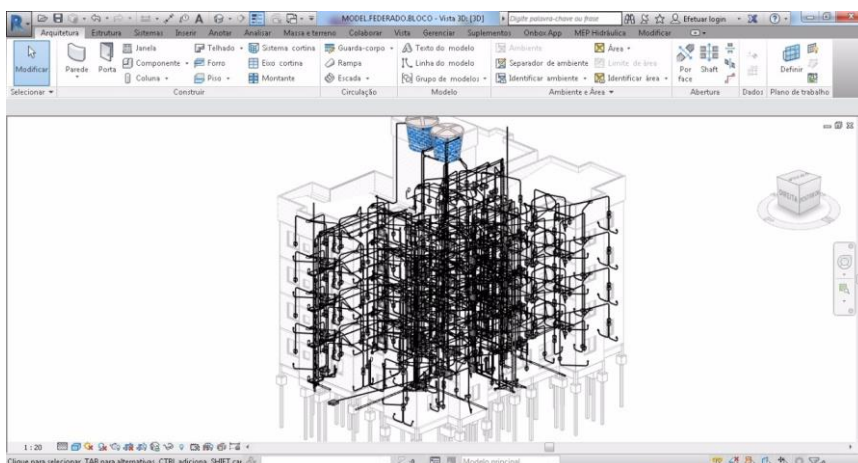
Fonte: Autora

Figura 11 – Processo de Modelagem do projeto estrutural com o modelo federado vinculado



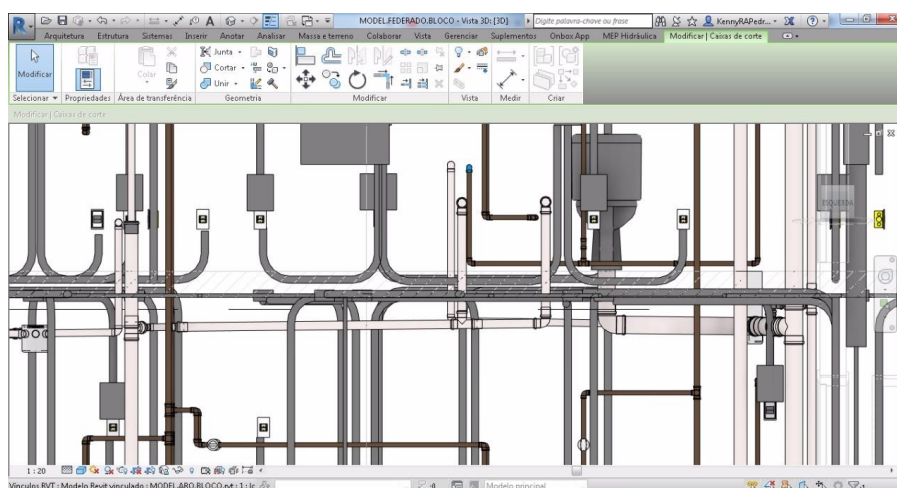
Fonte: Autora

Figura 12 – Modelo federado com arquitetura, hidráulica, elétrica e estrutural



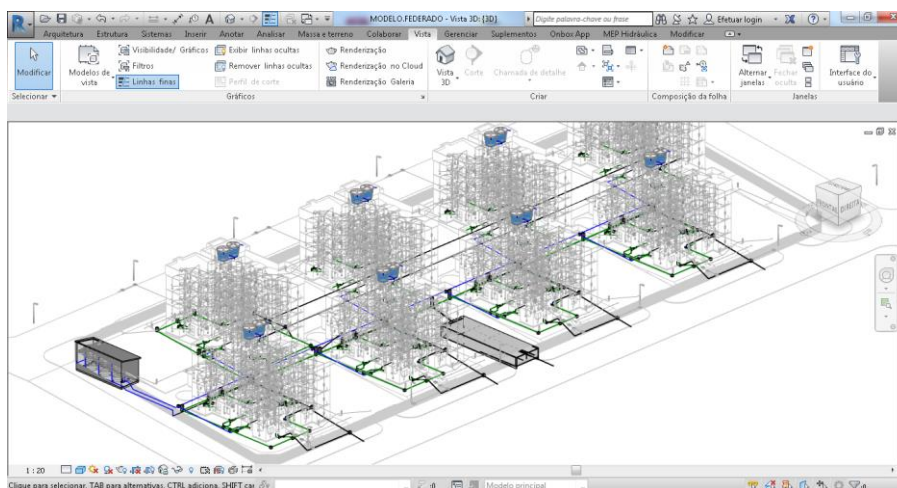
Fonte: Autora

Figura 13 – Corte modelo federado com arquitetura, hidráulica, elétrica e estrutural



Fonte: Autora

Figura 14 – Modelo federado com arquitetura, hidráulica, elétrica e estrutural



Fonte: Autora

Nas modelagens dos projetos, foram detectadas visualmente e registradas, algumas incompatibilidades. A tabela 1 exemplifica este processo usando os projetos arquitetônico x hidráulico com algumas das incompatibilidades encontradas em cada bloco.

Tabela 1 – Incompatibilidades encontradas visualmente por bloco – arquitetônico x hidráulico

Projetos	Numeração	Incompatibilidades
arquitetônico x hidráulico	incompatibilidade 1	quatro calhas da cobertura não estão conectadas na rede pluvial
arquitetônico x hidráulico	incompatibilidade 2	O posicionamento das prumadas do banheiro e da cozinha, de acordo com a planta do barrilete, está fora do shaft e desalinhadas com a planta tipo
arquitetônico x hidráulico	incompatibilidade 3	A prumada da alimentação do reservatório, esta fora do shaft previsto no arquitetônico
arquitetônico x hidráulico	incompatibilidade 4	O arranjo de tubos do banheiro no pavimento térreo, não se encaixa no espaço projetado

Fonte: Autora

A tabela 2 mostra a relação de quantidades de incompatibilidades que foram encontradas visualmente no ato da modelagem dos projetos em cada bloco.

Tabela 2 – Quantidade de incompatibilidades encontradas visualmente

Projetos	Quantidade de incompatibilidades
arquitetônico x estrutural	1
arquitetônico x elétrico	0
arquitetônico x hidráulico	8
estrutural x hidráulico	1
estrutural x elétrico	1
hidráulico x elétrico	0

Fonte: Autora

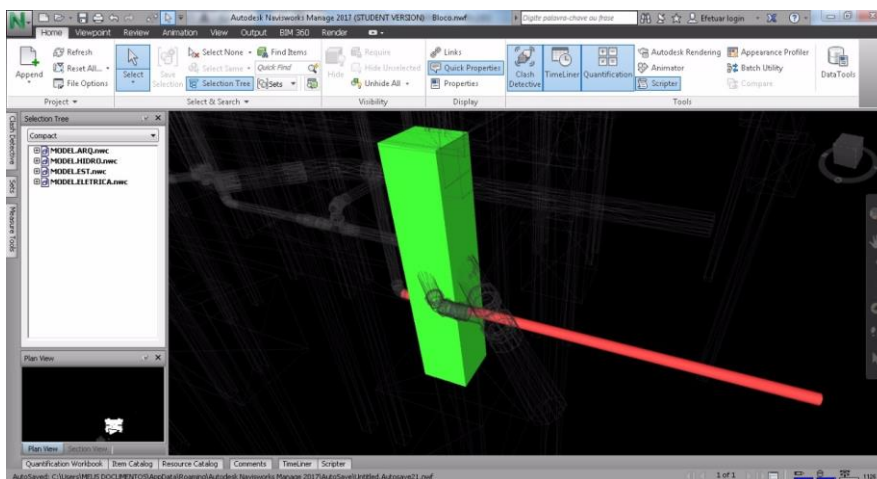
Na verificação de incompatibilidades, através no programa Navisworks, utilizando a ferramenta *clash*, o relatório gerado apresentou 1102 incompatibilidades no modelo federado do bloco. A tabela 3 apresenta os resultados das incompatibilidades por bloco entre os projetos.

Tabela 3 – Incompatibilidades encontradas com a ferramenta clash

Disciplinas	Grupo	Quantidade	Figura representativa
Estrutura x Hidráulico	Tubulação x Pilar Fundação	16	15
Estrutura x Hidráulico	Tubulação x Alvenaria Estrutural	93	16
Estrutura x Hidráulico	Tubulação x Viga Baldrame	33	17
Estrutura x Elétrico	Tubulação x Alvenaria Estrutural	936	18
Hidráulico x Elétrico	Tubulação Hidráulica x Interruptor e Tomada	24	19

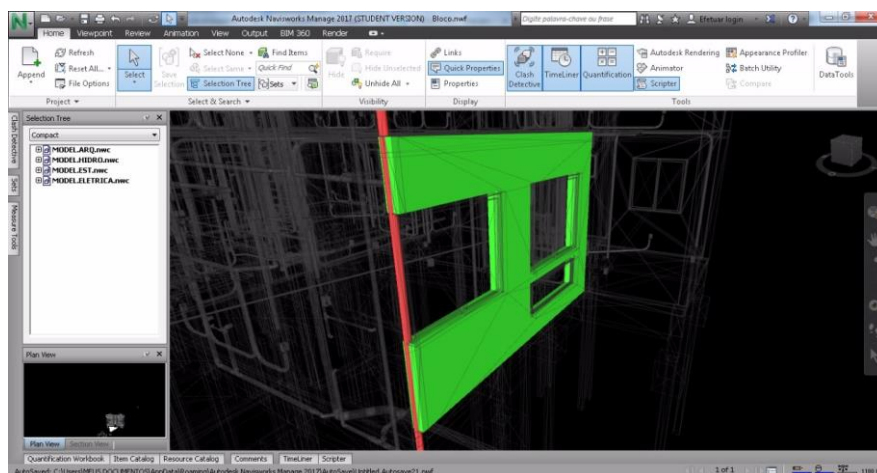
Fonte: Autora

Figura 15 – Interferência entre tubulação e pilar da fundação



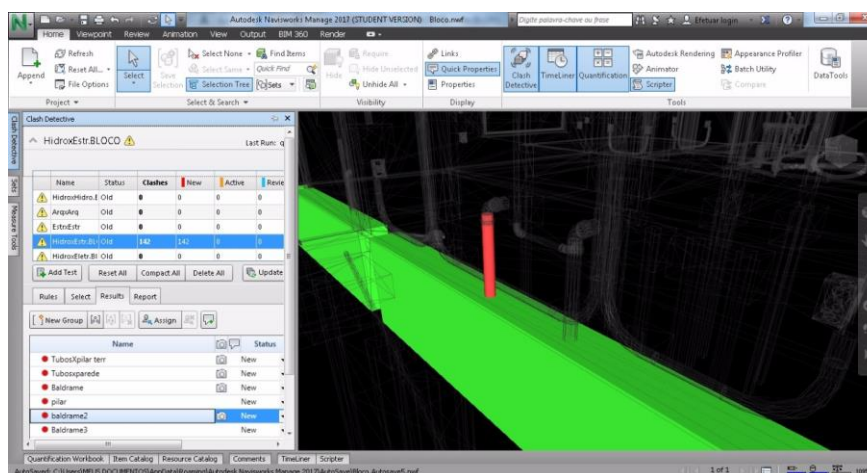
Fonte: Autora

Figura 16 – Tubulação e alvenaria estrutural



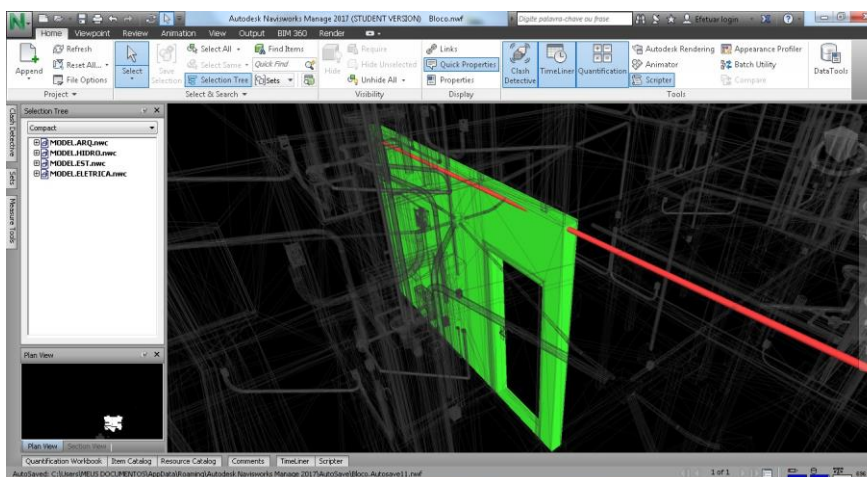
Fonte: Autora

Figura 17 – Tubulação e viga baldrame



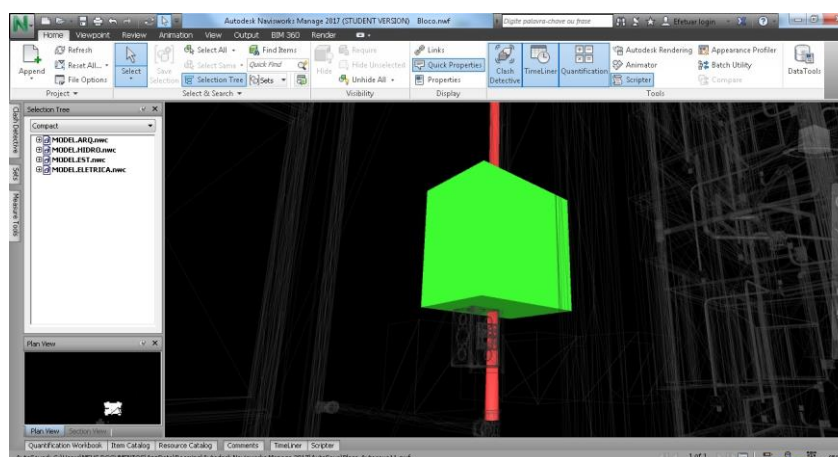
Fonte: Autora

Figura 18 – Tubulação elétrica e Alvenaria Estrutural



Fonte: Autora

Figura 19 – Tubulação Hidráulica x Interruptor e Tomada



Fonte: Autora

No processo da modelagem dos projetos, foi necessário criar dois modelos federados e não somente um, conforme o fluxograma proposto. A necessidade da criação de dois modelos federados foi devido aos arquivos ficarem muito pesados, tornando a continuação do trabalho inviável, foi então necessário a criação de um modelo federado para o bloco e outro para o externo ao bloco.

Na última etapa do fluxograma, que foi a geração do relatório de incompatibilidades, através da ferramenta *clash detection*, utilizando o programa Navisworks, houve dificuldade em separar as incompatibilidades consideráveis das que não interfeririam na execução do projeto, pois a verificação não leva isto em consideração, trazendo inúmeras incompatibilidades não relevantes.

A autora sugere que sejam realizadas verificações, utilizando o *clash detection*, durante a modelagem do projeto e não somente no término, como no fluxograma proposto inicialmente. Isto se deve ao fato de que muitas incompatibilidades encontradas pelo *clash* são semelhantes e poderiam ser evitadas se antes fossem detectadas, evitando a análise de relatórios emitidos pelo *clash detection*.

4. CONCLUSÃO

Na modelagem dos projetos, as incompatibilidades são difíceis de serem percebidas, somente algumas foram detectadas. O método mais eficaz para encontrar as incompatibilidades é através da verificação *clash detection*, este apresenta detalhadamente todas as incompatibilidades existentes entre projetos. Na hora da verificação do *clash*, percebeu-se que seria mais eficaz fazer as verificações ao longo das modelagens, não somente ao final, assim o retrabalho seria menor. A ferramenta gera um relatório com inúmeras incompatibilidades semelhantes e se faz necessário analisar uma a uma, se estas fossem verificadas durante a modelagem, seria possível evitá-las reduzindo tempo de análise do relatório de incompatibilidades. No entanto, o resultado foi positivo pois foi possível detectar 1102 interferências entre projetos de cada bloco que já estavam finalizados. A metodologia mostrou-se eficaz, porém deve-se atentar que, para um melhor resultado, os projetos devem ser concebidos dentro da tecnologia BIM de forma integrada, desta forma os ganhos são maximizados.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BUILDINGSMART. IfcSpaceProgram. Disponível em http://iaiweb.lbl.gov/Resources/IFC_Releases/R2x3_final/ifcarchitectedomain/lexical/ifcspaceprogram.htm >. Acesso em: 21/01/2013

CALLEGARI, Simara. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Tradução de: AYRES FILHO, Cervantes G et al. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 483 p.

NEDERVEEN, S ; BEHESHTI, R; GIELINGH, W. Modeling concepts for BIM. Building Information modeling and construction informatics – concepts and technologies. New York: Information Science Reference, 2010, Capítulo 1, p. 1-15

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão de processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado em Engenharia). – Universidade de São Paulo, São Paulo.

PAPADOPOULOS, Nicolas Alexandros. **Avaliação da metodologia BIM através da modelagem paramétrica 3D de um projeto convencional**. 2014. 15 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.

PEDROSO, Kenny Rogers de Aguiar. **Compatibilização de projetos utilizando ferramentas BIM (*Building Information Modeling*) – Estudo de caso**. 2016. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.